

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 196 15 841 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 23 K 1/20**  
B 23 K 1/015  
C 23 C 28/02

21 Aktenzeichen: 196 15 841.9  
22 Anmeldetag: 20. 4. 96  
49 Offenlegungstag: 6. 11. 97

DE 196 15 841 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Mayer, Rolf, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE;  
Engelhart, Rolf, 71296 Heimsheim, DE; Reschnar,  
Wilfried, 74360 Ilsfeld, DE; Schmitz, Godehard,  
Dr.-Ing., 74372 Sersheim, DE

56 Entgegenhaltungen:  
EP 05 88 545 A1  
EP 05 68 952 A1  
WO 89 07 999 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung von Diffusionslötverbindungen

57 Verfahren zur Herstellung von Diffusionslötverbindungen zwischen mindestens zwei Verbindungspartnern, wobei die Fügefläche mindestens eines Verbindungspartners mit einer diffusionsunterstützenden Schicht versehen wird und anschließend die Verbindungspartner unter Erwärmung und Druck zusammengefügt werden, und wobei die diffusionsunterstützende Schicht aus einer niedrigschmelzenden Beschichtungslegierung besteht, deren Schmelzpunkt kleiner 300°C ist.

DE 196 15 841 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Herstellung von Diffusionslötverbindungen nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Das Diffusionslötverfahren beruht darauf, daß zwei in festen Phasen vorliegende Grundwerkstoffe schon bei einer Temperatur weit unterhalb des Schmelzpunktes eines Verbindungspartners ineinander diffundieren können. Gemäß diesem Verfahren wird ein geeignetes Lot zwischen die Lotflächen der Grundwerkstoffe gegeben, die Verbindungspartner werden zusammengepreßt und längere Zeit erhitzt. Es entsteht dabei eine vakuumdichte, unlösbare Verbindung. Es ist bekannt, anstelle eines separaten Lots durch Bedampfen oder Sputtern im Vakuum sowie durch Plasmaspritzen diffusionsunterstützende Schichten auf den Grundwerkstoffen zu erzeugen. Die Grundwerkstoffe werden anschließend zusammengepreßt und dabei erhitzt. Als derartige diffusionsunterstützende Schichten sind Schichten aus reinem Zinn, reinem Indium und reinem Wismut bekannt. Derartig hergestellte Lötverbindungen weisen jedoch nur eine begrenzte mechanische und thermische Festigkeit auf.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den im Hauptanspruch genannten Merkmalen weist demgegenüber den Vorteil auf, daß durch die niedrigschmelzende Beschichtungslegierung eine deutlich höhere mechanische Festigkeit, beispielsweise von Kupfer/Kupferverbindungen, erreicht wird. Die erfindungsgemäß erzielte Festigkeit ist vergleichbar mit der von Hartlötverbindungen, wobei die Fügetemperatur erheblich geringer als beim Hartlöten sein kann, so daß beispielsweise die durch Walzen erzeugte Kaltverfestigung sowie die Federeigenschaft von Fügwerkstoffen erhalten bleibt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Die Erfindung sieht vor, daß als Grundwerkstoff beziehungsweise Verbindungspartner beispielsweise Kupfer, Eisen, Nickel, Nickel/Eisen, Nickel/Kobalt, Eisen/Nickel oder Kupfer-Legierungen verwendet werden können. Auf die Grundwerkstoffe werden die erfindungsgemäßen niedrigschmelzenden Beschichtungslegierungen aufgetragen und die Verbindungspartner anschließend erhitzt und zusammengepreßt. Im Zusammenhang der vorliegenden Erfindung wird unter einer niedrigschmelzenden Beschichtungslegierung ein Gemisch aus mindestens zwei Metallen verstanden, das einen niedrigen Schmelzpunkt, unter 450°C, aufweist. In besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird die niedrigschmelzende Beschichtungslegierung schmelzflüssig, beispielsweise durch Eintauchen des beziehungsweise der Grundwerkstoffe in eine schmelzflüssige Legierung, aufgetragen. Im Fall der Verwendung von Eisen, Nickel, Eisen- oder Nickellegierungen und insbesondere Eisen/Nickel oder Nickel/Kobalt als Grundwerkstoff kann in besonders vorteilhafter Weise vorgesehen werden, zunächst eine Kupfer-Basissschicht auf die Grundwerkstoffe aufzutragen. Dies kann beispielsweise durch galvanisches Abscheiden geschehen. Auf diese Kupfer-Basissschicht wird dann die erfindungsgemäße niedrigschmelzende Beschichtungslegierung

aufgetragen. Die auf der Kupfer-Basissschicht aufgebauten diffusionsaktiven Schichten, beispielsweise aus Indium und Zinn oder Silber und Zinn ermöglichen eine gute Festigkeit der Fugestelle auch bei den nur wenig im Lot löslichen Nickel- und Eisen-Grundwerkstoffen.

Die niedrigschmelzende Beschichtungslegierung kann auch in Form ihrer jeweiligen einzelnen Bestandteile galvanisch oder durch Vakuumbedampfung als Multilayer aufgetragen werden, wobei Schichtdicken von jeweils 1 bis 10 µm bevorzugt werden. Auch gemäß dieser Verfahrensweise kann vorgesehen werden, daß die Grundwerkstoffe zunächst mit einer Kupfer-Basissschicht versehen werden und anschließend beispielsweise Indium- und Zinn- oder Silber- und Zinn-Schichten jeweils separat aufgetragen werden. Während des Fügeprozesses diffundieren die einzelnen Schichten ineinander, so daß die Vorteile der Erfindung auch gemäß dieser besonderen Ausführungsform erzielt werden.

Die Erfindung sieht auch vor, daß zur Initiierung und Beschleunigung von Diffusionsvorgängen dünne Aktivmetallschichten, vorzugsweise in einer Dicke von 0,1 bis 1 µm, aus Titan, Zirkonium, Hafnium oder Niob zwischen die Schichten der Multilayer, beispielsweise durch Aufdampfen oder Sputtern, eingebracht werden. Erfindungsgemäß kann selbstverständlich auch vorgesehen sein, daß die vorgenannten Aktivmetalle in einer schmelzflüssig aufgetragenen niedrigschmelzenden Beschichtungslegierung als Legierungsbestandteil verwendet werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden die niedrigschmelzenden Beschichtungslegierungen vor dem Fügeprozeß durch Aufschmelzen aktiviert, so daß eine nochmals verbesserte Diffusionsfähigkeit der Legierungsbestandteile erreicht wird.

## Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Herstellung einer Band/Band-überlapp-Verbindung.

Zwei jeweils aus Kupfer bestehende Verbindungspartner werden so in ein schmelzflüssiges Lot aus 50 Gew% Zinn und 50 Gew% Indium getaucht, daß sich an beiden Fügeflächen eine Beschichtungslegierung einer Dicke von 3 µm bildet. Die Bandbreite beträgt jeweils 10 mm und die Überlappzone 3 mm. Die beiden beschichteten Verbindungspartner werden mittels zweier Heizstempel unter einem Anpreßdruck von 100 N/mm<sup>2</sup> und einer Fügetemperatur von 300°C dreißig Minuten aufeinander gepreßt. Die Erwärmungsgeschwindigkeit beträgt 1 k/s und das Vakuum 10<sup>-2</sup> mbar. Während der Erwärmung findet eine Interdiffusion der hoch- und niedrigschmelzenden Komponenten statt, so daß sich eine intermetallische Phase mit einem hohen, über dem Schmelzpunkt der Beschichtung liegenden Schmelzpunkt bildet.

Es ergibt sich eine Band/Band-Überlapp-Verbindung mit einer hohen mechanischen Festigkeit, die der der Hartlötverbindung entspricht und theoretisch bis circa 200 K über der Diffusionstemperatur thermisch und mechanisch belastbar ist.

Grundsätzlich läßt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Festigkeit der Diffusionslötverbindung erzielen, die der Festigkeit der Grundwerkstoffe entspricht. Die Festigkeit wird dabei beeinflusst durch die Grundwerkstoffkombination, die Beschichtungsdicke, die Diffusionstemperatur und Diffusionszeit, die Aufheizgeschwindigkeit, die Druckkraft, die Ebenheit der Fügeflächen und die Lötatmosphäre (Luft, Schutzgas Vakuum). Die Erfindung umfaßt selbstverständlich alle

technisch realisierbaren Variationen der vorgenannten Parameter, solange von den Merkmalen des Hauptanspruchs Gebrauch gemacht wird.

# Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung von Diffusionslötverbindungen zwischen mindestens zwei Verbindungspartnern, wobei die Fügefläche mindestens eines Verbindungspartner mit einer diffusionsunterstützenden Schicht versehen wird und anschließend die Verbindungspartner unter Erwärmung und Druck zusammengefügt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die diffusionsunterstützende Schicht aus einer niedrigschmelzenden Beschichtungslegierung besteht, deren Schmelzpunkt kleiner 450°C ist.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die niedrigschmelzende Beschichtungslegierung aus

20

45 bis 55 Gew% Zinn und 55 bis 45 Gew% Indium; 48 bis 60 Gew% Zinn, 32 bis 20 Gew% Blei und 8 bis 32 Gew% Indium;

45 bis 55 Gew% Wismut, 25 bis 15 Gew% Indium, 25

15 bis 25 Gew% Blei und 25 bis 1 Gew% Zinn;

10 bis 65 Gew% Wismut, 15 bis 35 Gew% Indium und 10 bis 25 Gew% Zinn;

85 bis 99 Gew% Zinn und 15 bis 1 Gew% Silber;

80 bis 95 Gew% Zinn, 15 bis 3 Gew% Silber und 17

30

bis 2 Gew% Titan;

95 bis 99 Gew% Zinn und 5 bis 1 Gew% Kupfer;

85 bis 95 Gew% Zinn, 5 bis 15 Gew% Wismut und

0,1 bis 5 Gew% Kupfer;

70 bis 90 Gew% Zinn, 10 bis 30 Gew% Indium und

35

0,1 bis 5 Gew% Silber;

50 bis 70 Gew% Indium und 50 bis 30 Gew% Wis-

mut;

40 bis 60 Gew% Wismut, 20 bis 40 Gew% Blei und

10 bis 20 Gew% Zinn;

40

40 bis 70 Gew% Wismut und 60 bis 30 Gew% Zinn

oder

90 bis 99 Gew% Zinn und 10 bis 1 Gew% Silber

besteht.

45

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke der Beschichtungslegierung 1 bis 6 µm beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtungslegierung auf die Fügefläche des mindestens einen Verbindungspartners schmelzflüssig oder durch Sputtern oder galvanisch mittels Maskentechnik aufgetragen wird.

50

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Bestandteile der Beschichtungslegierung galvanisch oder durch Vakuumbedampfung oder durch Sputtern als Multilayer aufgetragen werden.

55

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke der einzelnen Bestandteile in der Multilayer 1 bis 10 µm beträgt.

60

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Auftragen der Beschichtungslegierung eine vorzugsweise galvanisch abgeschiedene Kupfer-Basissschicht auf die Fügefläche des mindestens einen Verbindungspart-

65

ners aus einer Eisen-Legierung aufgetragen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die niedrigschmelzende Beschichtungslegierung Aktivmetalle vorzugsweise Titan, Hafnium, Zirkonium oder Niob enthält.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivmetalle in Form von Aktivmetallschichten zwischen die einzelnen Schichten der Multilayer, vorzugsweise in einer Dicke von 0,01 bis 1 µm, aufgebracht werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die auf den mindestens einen Verbindungspartner galvanisch oder als Multilayer aufgetragene Beschichtung vor dem Zusammenfügen der Verbindungspartner aufgeschmolzen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Verbindungspartner mit einer Beschichtungslegierung versehen werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmung unter einem Druck von 1 bis 300 N/mm<sup>2</sup>, vorzugsweise zwischen zwei Heizstempeln, durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusammenfügen der Verbindungspartner bei einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes der niedrigschmelzenden Beschichtungslegierung liegt, vorzugsweise bei 200°C bis 450°C.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungspartner aus Kupfer, Eisen, Nickel, Kobalt oder deren Legierungen bestehen.

- Leerseite -

#DataBase:  
espacenet  
#PatmonitorVersion:  
186  
#DownloadDate:  
2005-09-27  
#Title:  
Production of diffusion solder joins between joining partners  
#PublicationNumber:  
DE19615841  
#PublicationDate:  
1997-11-06  
#Inventor:  
MAYER ROLF DIPL ING (DE); ENGELHART ROLF (DE); RESCHNAR WILFRIED (DE); SCHMITZ  
GODEHARD DR ING (DE)  
#Applicant:  
BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
#RequestedPatent:  
DE19615841  
#ApplicationNumber:  
DE19961015841;1996-04-20  
#PriorityNumber:  
DE19961015841;1996-04-20  
#IPC:  
B23K1/20; B23K1/015; C23C28/02  
#NCL:  
B23K20/02D; C23C26/00  
#Abstract:  
Production of diffusion solder joins between at least two joining partners is  
claimed, in which the joining surface of at least one partner is provided with a  
diffusion-promoting layer and the partners are then joined under heat and  
pressure. The novelty is that the diffusion-promoting layer consists of a  
low-melting coating alloy, whose melting point is less than 450 deg C.  
#Family:  
DE19615841A1;1997-11-06;Production of diffusion solder joins between joining  
partners